

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры общей физики
протокол № 3 от «19» января 2021г

Зав. кафедрой



/Балапанов М.Х.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ



_____/Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина

Радиационная физика

(наименование дисциплины)

Б1.В.02 обязательная

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

«Медицинская физика»

(наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

бакалавр

<p>Разработчик (составитель)</p> <p>доцент, к.ф.-м.н. (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	 _____/ _ Ишембетов Р.Х (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Для приема: 2021г.

Уфа 2021 .

Составитель: Ишембетов Р.Х.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики
протокол № 3 от «19» января 2021г..

Заведующий кафедрой



/_Балапанов М.Х.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на
заседании
кафедры _____

протокол № 6 от «26» июня 2021 г.

Заведующий кафедрой



_ / Балапанов М.Х./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций ¹ (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по проблемам фундаментальной физики, медицинской физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	ПК-1.1 Знает перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер; - основные экспериментальные данные и теоретические основы оболочечной модели ядер; - отличие между собственным и экспериментальным значениями квадрупольного момента ядра; - основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц; - характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами; - структуру и систематику частиц; - теоретические основы, основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц. - основные механизмы ядерных реакций; - основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; - законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения α - квантов и правила отбора, - закономерности взаимодействие ядерных частиц с веществом и биологическими системами; - механизмы взаимодействия излучения с веществом; - единицы доз и активности;
		ПК-1.2 Умеет планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких	<p>Уметь: определять размеры, энергии связи и массы ядер, спин и изоспин ядра и моменты нуклонов, энергии и пороги реакций;</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать релятивистский инвариант при расчете кинематических характеристик реакций; -- пользоваться теоретическими

¹ Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

		технологий с применением современных приборов и методов исследований	основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц. - рассчитывать магнитные и квадрупольные моменты ядер; - применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях;
		ПК-1.3 Владеет основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Владеть: - методами оценки радиационной обстановки; - методами защиты от излучения;

Категория (группа) компетенций ² (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-5 Способен производить дозиметрический контроль, расчет радиационных доз, обеспечивать радиационную безопасность при работе с ионизирующими излучениями и радиационными источниками	ПК-5.1 Знать: физические процессы, лежащие в основе возникновения ионизирующих излучений(рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биологическими объектами; существующие природные и искусственные источники ионизирующих излучений; основные закономерности действия ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики, терапии; основы дозиметрии, меры безопасности при использовании ионизирующих излучений	Знает физические процессы, лежащие в основе возникновения ионизирующих излучений(рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биологическими объектами; существующие природные и искусственные источники ионизирующих излучений; основные закономерности действия ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики, терапии; основы дозиметрии, меры безопасности при использовании ионизирующих излучений

² Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

		безопасности при использовании ионизирующих излучений	
		ПК-5.2 Уметь: - производить дозиметрический контроль, расчет радиационных доз, обеспечивать радиационную безопасность при работе с ионизирующими излучениями и радиационными источниками	Умеет: - производить дозиметрический контроль, расчет радиационных доз, обеспечивать радиационную безопасность при работе с ионизирующими излучениями и радиационными источниками
		ПК-5.3 Владеть: навыками работы с дозиметром, - методами оценки радиационной обстановки; - методами защиты от излучения;	Владеет навыками работы с дозиметром, - методами оценки радиационной обстановки; - методами защиты от излучения;

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Радиационная физика**» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Цель дисциплины – изучить физические процессы, лежащие в основе возникновения ионизирующих излучений (рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биологическими объектами; существующие природные и искусственные источники ионизирующих излучений; основные закономерности действия ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики терапии; основы дозиметрии, меры безопасности при использовании ионизирующих излучений.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Физика атома и атомных явлений, физика атомного ядра и элементарных частиц, Химия, Безопасность жизнедеятельности, Физические методы и явления в биологии и медицине, Биофизика, Медицинские приборы, аппараты, системы

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине.

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции

ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по проблемам фундаментальной физики, медицинской физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено» Студент набрал от 0 –до 59 баллов	«Зачтено» Студент набрал от 60 – до 100 баллов
ПК-1.1 Знать перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Знать: - основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер; основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц; - основные механизмы ядерных реакций; законы радиоактивного распада, закономерности взаимодействия ядерных частиц с веществом и биологическими системами; - механизмы взаимодействия излучения с веществом; - основы дозиметрии, единицы доз и активности;	Не сформированы знания физических процессов, лежащих в основе возникновения ионизирующих излучений (рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биологическими объектами; существующих природных и искусственных источников ионизирующих излучений; основных закономерностей и действий ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики терапии; основы дозиметрии	Сформированы знания физических процессов, лежащих в основе возникновения ионизирующих излучений (рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биологическими объектами; существующих природных и искусственных источников ионизирующих излучений; основных закономерностей действия ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики терапии; основы дозиметрии
ПК-1.2 Умеет планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Умеет: определять размеры, энергии связи и массы ядер, спин и энергии и пороги реакций; -- пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц. - рассчитывать магнитные и квадрупольные моменты ядер; - применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях;	В целом не сформированы умения проводить расчеты поглощенной, эквивалентной дозы. проводить идентификацию опасностей и их поражающих факторов в условиях чрезвычайной ситуации (ЧС), использовать приемы первой помощи, использовать приемы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций, допускаются грубые ошибки	Полностью сформированы умения проводить расчеты поглощенной, эквивалентной дозы. проводить идентификацию опасностей и их поражающих факторов в условиях чрезвычайной ситуации (ЧС), использовать приемы первой помощи, использовать приемы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций, допускаются небольшие ошибки

ПК-1.3 Владеет основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Владеет - методами оценки радиационной обстановки; - методами защиты от излучения	В целом не сформированы владения навыками организации безопасной работы, использования методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.	Полностью сформированы владения навыками организации безопасной работы, использования методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций, допускаются небольшие ошибки
---	---	---	---

Код и формулировка компетенции

ПК-5 Способен производить дозиметрический контроль, расчет радиационных доз, обеспечивать радиационную безопасность при работе с ионизирующими излучениями и радиационными источниками

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено» Студент набрал от 0 –до 59 баллов	«Зачтено» Студент набрал от 60 – до 100 баллов
ПК-5.1	Знать: физические процессы, лежащие в основе возникновения ионизирующих излучений(рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биологическими объектами; существующие природные и искусственные источники ионизирующих излучений; основные закономерности действия ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики, терапии; основы дозиметрии, меры безопасности при использовании ионизирующих излучений.	Не сформированы знания физических процессов, лежащих в основе возникновения ионизирующих излучений (рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биологическими объектами; существующих природных и искусственных источников ионизирующих излучений; основных закономерностей и действий ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики терапии; основы дозиметрии	Сформированы знания физических процессов, лежащих в основе возникновения ионизирующих излучений (рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биологическими объектами; существующих природных и искусственных источников ионизирующих излучений; основных закономерностей действия ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики терапии; основы дозиметрии
ПК-5.2	Уметь: - производить дозиметрический контроль, расчет радиационных доз, обеспечивать радиационную безопасность при работе с ионизирующими	В целом не сформированы умения проводить расчеты поглощенной, эквивалентной дозы.проводить идентификацию опасностей и их поражающих факторов в условиях чрезвычайной	Полностью сформированы умения проводить расчеты поглощенной, эквивалентной дозы.проводить идентификацию опасностей и их поражающих факторов в условиях чрезвычайной

	излучениями и радиационными источниками	ситуации (ЧС), использовать приемы первой помощи, использовать приемы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций, допускаются грубые ошибки	ситуации (ЧС), использовать приемы первой помощи, использовать приемы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций, допускаются небольшие ошибки
ПК-5.3	Владеть: навыками работы с дозиметром, - методами оценки радиационной обстановки; - методами защиты от излучения;	В целом не сформированы владения навыками организации безопасной работы, использования методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.	Полностью сформированы владения навыками организации безопасной работы, использования методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций, допускаются небольшие ошибки

Критериями оценивания освоения компетенций являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1.1	<p>Знать: - основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер;</p> <p>- основные экспериментальные данные и теоретические основы оболочечной модели ядер;</p> <p>- отличие между собственным и экспериментальным значениями квадрупольного момента ядра;</p> <p>- основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц;</p> <p>- характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами;</p> <p>- структуру и систематику частиц;</p> <p>- теоретические основы, основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц.</p> <p>- основные механизмы ядерных реакций;</p> <p>- основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями;</p> <p>- законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения α - квантов и правила отбора,</p> <p>- закономерности взаимодействия ядерных частиц с веществом и биологическими системами;</p> <p>- механизмы взаимодействия излучения с веществом;</p> <p>- единицы доз и активности;</p>	<p>. практическая работа, контрольная работа, лабораторная работа, защита реферата</p>

ПК-1.2	<p>Уметь: определять размеры, энергии связи и массы ядер, спин и изоспин ядра и моменты нуклонов, энергии и пороги реакций;</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать релятивистский инвариант при расчете кинематических характеристик реакций; -- пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц. - рассчитывать магнитные и квадрупольные моменты ядер; - применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях; 	<p>практическая работа, контрольная работа, лабораторная работа, защита реферата</p>
ПК-1.3	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами оценки радиационной обстановки; - методами защиты от излучения 	<p>практическая работа, контрольная работа, лабораторная работа, защита реферата</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства
ПК-5.1	<p>Знать: физические процессы, лежащие в основе возникновения ионизирующих излучений(рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биологическими объектами; существующие природные и искусственные источники ионизирующих излучений; основные закономерности действия ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики, терапии; основы дозиметрии, меры безопасности при использовании ионизирующих излучений.</p>	<p>практическая работа, контрольная работа, лабораторная работа, защита реферата</p>
ПК-5.2	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить дозиметрический контроль, расчет радиационных доз, обеспечивать радиационную безопасность при работе с ионизирующими излучениями и радиационными источниками 	<p>практическая работа, контрольная работа, лабораторная работа, защита реферата</p>
ПК-5.3	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками работы с дозиметром, - методами оценки радиационной обстановки; - методами защиты от излучения; 	<p>практическая работа, контрольная работа, лабораторная работа, защита реферата</p>

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Задания для письменных работ

1. Что такое экспозиционная доза излучения; системные и внесистемные единицы ее измерения? Какова связь между ними?
2. Как связаны активность гамма-излучающих радионуклидов и мощность экспозиционной дозы на различных расстояниях от источника?
3. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете $6,45 \cdot 10^{-12}$ Кл/(кг·с). Врач находится в течение 5 часов в этом кабинете. Какова доза его облучения за 6 рабочих дней?
4. Определите мощность экспозиционной дозы на расстоянии 1 м от точечного источника гамма-излучения, создаваемого радионуклидом ^{60}Co активностью 10 мКи. Гамма-постоянная ^{60}Co около $13 \text{ Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{час} \cdot \text{мКи})$.
5. Что такое поглощенная доза и ее мощность? В каких единицах они измеряются?
 - a. Однородным объектом массой 60 кг в течение 6 часов был поглощен 1 Дж энергии. Определите поглощенную дозу и ее мощность.
 - b. Рассчитайте для воздуха коэффициент связи между экспозиционной и поглощенной дозами.
 - c. Оцените, насколько повышается температура тела человека при получении им дозы в 400 рад при облучении всего тела гамма-излучением.
 - d. Найдите поглощенную организмом дозу излучения при полном бета-распаде в нем радионуклида ^{32}P (период полураспада 14 суток) активностью 0,3 мКи (средняя энергия бета-распада 0,69 МэВ), если масса человека равна 70 кг и если считать, что радионуклид из организма не выводится.
6. Что такое относительная биологическая эффективность излучения? Что такое эквивалентная доза и в каких единицах она измеряется?
7. В 10 г ткани поглощается 10^9 альфа-частиц с энергией около 5 МэВ. Определите поглощенную и эквивалентную дозы.
8. Как рассчитывается эффективная эквивалентная доза и что она характеризует?
9. Что такое коэффициент радиационного риска? Для каких органов и
10. почему характерно наибольшее значение коэффициента радиационного риска?
11. После поступления в организм радиоактивного йода эквивалентная доза его в щитовидной железе составила 8 мЗв. Определите эффективную эквивалентную дозу.
12. Что определяет коллективная эффективная эквивалентная доза?
13. Каков принцип работы ионизационного детектора излучений?
14. Что такое энергетические спектры гамма-излучений? Каково их значение для определения радионуклидного состава радиационного загрязнения?
15. Каков принцип определения энергетического спектра излучений с помощью сцинтилляционного детектора?
16. Почему альфа-частицы регистрируются сложнее, чем гамма-кванты?
17. Чем отличаются по назначению дозиметры и радиометры?
18. Какую информацию и как получают при обследовании пациента с помощью спектрометров излучений человека (СИЧ)?
19. Из каких основных составляющих складывается естественный радиационный фон?
20. Составьте дифференциальное уравнение, описывающее изменение со временем эквивалентной дозы в органе. Укажите смысл входящих в него величин.
21. Составьте и решите дифференциальное уравнение, описывающее изменение активности радионуклидов в организме при их однократном поступлении.

22. Естественный радиационный фон и фоновое облучение человека
23. Принципы расчета доз внутреннего облучения
24. Основы биологического действия ионизирующих излучений

Описание методики оценивания задач письменных работ:

- 5 баллов выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно;
- 4 балла выставляется студенту, если при верном решении в общем виде допущена ошибка в числовых расчетах или при правильном ответе опущены некоторые промежуточные этапы решения или допущена непринципиальная ошибка в исходных уравнениях;
- 3 балла выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа(задача решена наполовину);
- 0-2 балла выставляется студенту, если верно записана только часть необходимых исходных уравнений, при этом отсутствуют какие-либо математические преобразования, направленные на получение ответа или они ошибочны.

Задачи для письменной контрольной работы.

1. Определить радионуклид, который образуется в результате захвата нейтронов ядрами ${}_{92}\text{U}^{238}$ и двух последующих β^- -распадов. Какова схема дальнейшего распада образовавшегося нуклида?

2. Записать реакцию распада ${}_{53}\text{I}^{131}$. Почему загрязнение среды этим радионуклидом и его наличие в организме наиболее просто обнаружить? В чем сущность йодной профилактики?

3. Записать реакции распада ${}_{55}\text{Cs}^{137}$ ${}_{38}\text{Sr}^{90}$. В чем состоят различия в накоплении этих радионуклидов в тканях организма? Наличие какого из них обнаруживается проще? Почему?

4. Постоянная радиоактивного распада нуклида $1,61 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$. Найти его период полураспада и среднюю продолжительность жизни.

5. Определить постоянную радиоактивного распада радионуклида, если известно, что за 1 час его активность уменьшилась на 15%. Найти период полураспада.

6. В 1 см морской воды находится 10^{-15} г ${}_{88}\text{Ra}^{226}$; период его полураспада 1622 года. Какое количество воды будет иметь активность в 1 мКи?

7. Радиоактивный углерод ${}_{6}\text{C}^{14}$ (период полураспада 5569 лет), находящийся в теле человека, обладает активностью 2500 Бк. Определить его количество в граммах.

8. Допустимый уровень загрязнения рабочих помещений для бета-активных радионуклидов (кроме ${}_{38}\text{Sr}^{90}$) 2000 частиц/(см²·мин) ²·мин); для ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ – в 5 раз меньше. Допустим ли уровень загрязнения поверхности с бета-активностью 50 Ки/ ², если это загрязнение обусловлено только ${}_{55}\text{Cs}^{137}$; если –? ${}_{55}\text{Cs}^{137}$ и ${}_{38}\text{Sr}^{90}$

9. При перевозках грузов в пределах санитарно-защитной зоны допустимое загрязнение поверхности контейнеров альфа-активными нуклидами не должно превышать 10 частиц/(см²·мин) ². Найти допустимую активность поверхности контейнера в Ки/м².

10. Человек с массой тела 70 кг содержит около $6 \cdot 10^{-9}$ г ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ и примерно 260 г калия. Найти активность тела человека, обусловленную альфа- и бета-распадами этих элементов. Радиоактивность калия определяется радионуклидом ${}_{40}\text{K}$, который составляет

$1,19 \cdot 10^{-4}$ часть естественной смеси изотопов калия. В 89% случаев ^{40}K претерпевает бета-распад с периодом полураспада $1,3 \cdot 10^9$ лет. Период полураспада 1620 лет.

11. Найти число альфа-частиц, испускаемых за 1 с 1 г $^{88}\text{Ra}226$

12. При распаде 1 г $^{92}\text{U}238$ в 1 с испускается $1,23 \cdot 10^4$ альфа-частиц. Определить период полураспада этого радионуклида и его удельную активность в Ки/кг.

13. Сколько ядер $^{92}\text{U}238$ (период полураспада $4,5 \cdot 10^9$ лет) распалось в течение года, если первоначальная масса его была 1г?

14. Сформулируйте и обоснуйте основные требования к радиофармпрепаратам.

15. Удельная активность раствора ^{131}I на 10 мая составляла 10 МБк/мл. Сколько миллилитров раствора надо было дать больному 18 мая, чтобы активность введенного объема раствора составила 500 кБк?

16. Определить активность содержащегося в организме радия, если известно, что активность выделений (по радю) равна 600 расп./мин. Считать, что за сутки из организма выводится 0,01% содержащегося в нем радия.

17. Какой вид излучения следует выбрать для облучения небольшой опухоли, располагающейся на глубине 3 см – пучок электронов высокой энергии или гамма-излучение ^{60}Co ?

Описание методики оценивания письменных контрольных работ:

- 5 баллов выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно;

- 4 балла выставляется студенту, если при верном решении в общем виде допущена ошибка в числовых расчетах или при правильном ответе опущены некоторые промежуточные этапы решения или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях;

- 3 балла выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа(задача решена наполовину);

- 0-2 балла выставляется студенту, если верно записана только часть необходимых исходных уравнений, при этом отсутствуют какие-либо математические преобразования, направленные на получение ответа или они ошибочны.

Темы рефератов

1 Традиционные и новые методы в дозиметрии.

2 Эффекты, возникающие при радиационном воздействии: вакансионное распухание, ионно-стимулированная диффузия.

3 Радиационное дефектообразование.

4 Зависимость биологического эффекта от поглощенной дозы излучения.

5 Реакция клеток на облучение.

6 Лучевая болезнь. Последствия облучения.

7 Защита от ионизирующих излучений.

8 Радиобиологические основы лечебного применения ионизирующих излучений.

9 Использование радионуклидов и нейтронов в медицине.

10 Ионно-лучевой синтез.

11 Основные закономерности ионного синтеза.

12 Имплантационная металлургия.

Защита рефератов оценивается от 0 до 5 баллов

Вопросы для самостоятельной работы:

- 1.1. Тормозное рентгеновское излучение
- 1.2. Характеристическое рентгеновское излучение
- 1.3. Первичные физические эффекты, возникающие при взаимодействии рентгеновского излучения с веществом
- 1.4. Закон ослабления рентгеновского излучения в веществе
- 1.5. Физические принципы рентгенодиагностики
- 2.1. Основные характеристики ядер
- 2.2. Виды радиоактивного распада
- 2.3. Простейшие ядерные реакции. Методы получения радионуклидов
- 2.4. Основной закон радиоактивного распада
- 2.5. Активность. Единицы измерения активности
- 2.6. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом
- 2.7. Принципы радионуклидных методов диагностики
- 2.8. Физические основы лучевой терапии
- 3.1. Экспозиционная доза излучения
- 3.2. Поглощенная доза
- 3.3. Эквивалентная доза
- 3.4. Эффективная эквивалентная доза
- 3.5. Коллективная доза
- 3.6. Детекторы ионизирующих излучений
- 3.7. Дозиметрические приборы
- 3.8. Радиометрия внутреннего облучения
- 3.9. Естественный радиационный фон и фоновое облучение человека
- 3.10. Принципы расчета доз внутреннего облучения
- 3.11. Основы биологического действия ионизирующих излучений

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Раздел 1. «Виды ионизирующих излучений». Задачи на закон радиоактивного распада. Определение активности, периода полураспада, времени жизни ядер, постоянной распада.

Раздел 2. «Механизмы взаимодействия заряженных частиц, нейтронов, фотонов с веществом».

2.1. Расчет энергии ионизации и длины пробега при прохождении тяжелых заряженных частиц через вещество.

2.2. Задачи на расчет радиационных потерь при прохождении легких заряженных частиц через вещество.

2.3. Задачи на расчет интенсивности при прохождении гамма-квантов через вещество.

Раздел 3. «Методы исследования характеристик излучений». 1. Задачи на расчет характеристик ядерных реакций: сечения, порога.

Раздел 4. «Радиационные химические и биологические эффекты. Освоение дозиметра.

Раздел 5. «Защита и дозиметрия»

5.1. Расчет поглощенной дозы.

5.2. Расчет экспозиционной дозы.

Оценка: до 5 баллов за каждую правильно выполненную практическую задачу.

Критерии оценивания:

- 5 баллов выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно;
- 4 балла выставляется студенту, если при верном решении в общем виде допущена ошибка в числовых расчетах или при правильном ответе опущены некоторые промежуточные этапы решения или допущена непринципиальная ошибка в исходных уравнениях;
- 3 балла выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа(задача решена наполовину);
- 0-2 балла выставляется студенту, если верно записана только часть необходимых исходных уравнений, при этом отсутствуют какие-либо математические преобразования, направленные на получение ответа или они ошибочны.

. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Кудряшов Ю.В. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) : учебник / Ю. Б. Кудряшов ; под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова .— М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004 .— 448 с. <https://e.lanbook.com/book/59329>.
2. Климанов, Владимир Александрович. Радионуклидная диагностика. Физические принципы и технологии : [учеб. пособие] / В. А. Климанов .— Долгопрудный : Интеллект, 2014 .— 327 с. -8 экз.

Дополнительная литература.

1. Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. : учеб. пособие : рек. Мин. обр. РФ. Т. 5 : Атомная и ядерная физика. - 2006. - 783 с.
2. Ишханов Б. С.. Лекции по ядерной физике: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/lect>
3. Иродов И. Е., Атомная и ядерная физика. Сборник задач: Санкт-Петербург, «Лань», 2008.
4. Пивоваров, Юрий Петрович. Радиационная экология : учеб. пособие / Ю. П. Пивоваров ; под ред. В. П. Михалева .— Москва : Академия, 2004 .— 240 с. — (Высшее профессиональное образование) .(аб.3-32 экз.)
5. Кудряшов, Юрий Борисович. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения : учебник / Ю. Б. Кудряшов, Ю. Ф. Перов, А. Б. Рубин .— М. : Физматлит, 2008 .— 184 с. — 6 экз.
6. Ободовский, Илья Михайлович. Основы радиационной и химической безопасности : [учеб. пособие] / И. М. Ободовский .— 2-е изд. — Долгопрудный : Интеллект, 2015 .— 300 с. — 3 экз.
7. Алиев, Рамиз Автандилович. Радиоактивность : учеб. пособие / Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков .— Санкт-Петербург : Лань, 2013 .— 304 с. — 8 экз.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

Согласно ФГОС 7.3.4. обучающимся должен быть обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит ежегодному обновлению

А). Ресурсы Интернет.

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>

2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

Б)

Электронные ресурсы

Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 211, 318	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска и т.д. Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.

		2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
Лаборатория 211	Лабораторные занятия	Дозиметр, радиометр УИМ2-1ем,
Лаборатория 411	Лабораторные занятия	Источник рентгеновского излучения ИРИС
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

Приложение № 1

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
 дисциплины Радиационная физика на 7 семестр
 (наименование дисциплины)
 очная

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	90,2
лекций	20
практических/ семинарских	20
лабораторных	50
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	17,8

Форма(ы) контроля: Зачет 8 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1.	Модуль 1 Рентгеновское излучение, тормозное и характеристическое. Комптон эффект, рассеяние на заряженных частицах, эффективное сечение, дефект масс, устойчивость ядер, основные свойства ядер, магнитный (спиновый) момент ядер, ядерные реакции, радиоактивный распад ядер, альфа- бета распад, гамма распад, реакция деления тяжелых ядер- источник нейтронного излучения	10	10	20	10	1,2	Проработка лекций, решение задач для самостоятельного решения	Текущий контроль: 1. практическая работа, 2. контрольная работа 3. лабораторная работа Рубежный контроль: Письменная контрольная работа
2.	Модуль 2 Прохождение заряженных частиц через вещество, прохождение рентгеновских, гамма излучения через вещество, нейтронов через вещество; первичные процессы поглощения энергии ионизирующего излучения в биологической среде, применение ионизирующих излучений в диагностике и терапии; основы дозиметрии и защита от излучения	10	10	30	7.8	1,2	Проработка лекций, решение задач для самостоятельного решения, подготовка реферата	Текущий контроль: 1. практическая работа, 2. контрольная работа 3. лабораторная работа Рубежный контроль: 1. Письменная контрольная работа 2. защита реферата
Всего часов:		20	20	50	17.8			

Приложение № 2

Рейтинг – план дисциплины

Радиационная физика

направление «Физика», профиль «Медицинская физика» курс 4, семестр 8

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1			0	45
Текущий контроль				40
1. Аудиторная работа	5	4	0	10
2. Практическая работа	5	2	0	10
3. Лабораторная работа	10	2		20
4. Тестовый контроль				
Рубежный контроль				5
1. Письменная контрольная работа	1	5	0	5
Модуль 2			0	50
Текущий контроль				45
1. Аудиторная работа	5	2	0	5
2. Практическая работа...	5	3	0	10
3. Лабораторная работа	5	2		10
4. Тестовый контроль	1	20		20
Рубежный контроль				5
1. Письменная контрольная работа	1	5	0	5
2. Защита рефератов		1	0	5
Поощрительные баллы				
1. Студенческая научная конференция	10		0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
1. Зачет			60	105